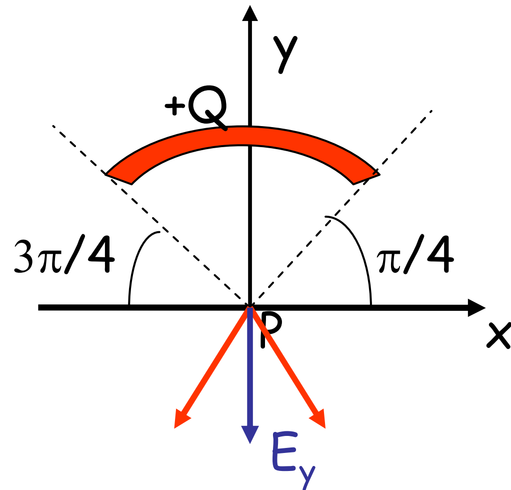



La carga Q está distribuida a lo largo de un cuarto de círculo como en figura. Halle el campo eléctrico en el origen.

Las contribuciones de las componentes Ex se cancelan, el campo neto está hacia abajo en dirección del eje y negativo.

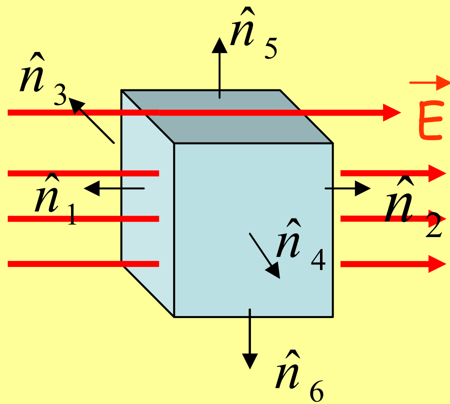
$$dE_y = dE\sin(\theta) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{dq}{a^2}\sin(\theta) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\lambda dl}{a^2}\sin(\theta) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\lambda a d\theta}{a^2}\sin(\theta)$$

$$E_y = \int_{\pi/4}^{3\pi/4} dE_y = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\lambda}{a}\int_{\pi/4}^{3\pi/4}\sin(\theta)d\theta = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\lambda}{a}[-\cos(\theta)]_{\pi/4}^{3\pi/4} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\lambda}{a}(1.414)$$

$$\lambda = \frac{Q}{2\pi a/4} = \frac{2Q}{\pi a}$$

$$E_y = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{2(1.414)Q}{\pi a^2}(-\hat{j})$$

# 22.1 FLUJO ELECTRICO A TRAVES DE UN CUBO




Se coloca un cubo de lado L en una región de campo eléctrico uniforme E. Halle el flujo eléctrico a través de cada cara del cubo y el flujo total a través del cubo cuando el cubo está orientado con dos de sus caras perpendiculares al capo E.

$$\Phi_{E1} = \vec{E}\hat{n}_1 A = EL^2 \cos(180) = -EL^2$$

$$\Phi_{E2} = \vec{E}\hat{n}_2 A = EL^2 \cos(0) = EL^2$$

$$\Phi_{E3} = \Phi_{E4} = \Phi_{E5} = \Phi_{E6} = EL^2 \cos(90) = 0$$

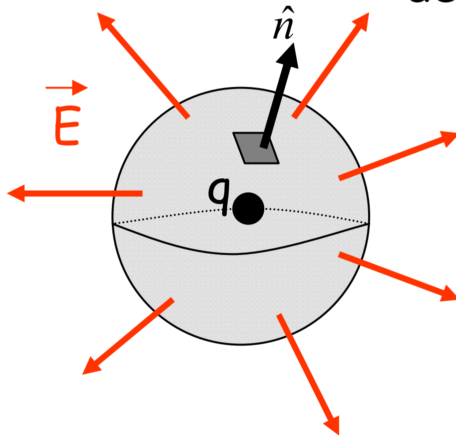
$$\Phi_{E} = \Phi_{E1} + \Phi_{E2} + \Phi_{E3} + \Phi_{E4} + \Phi_{E5} + \Phi_{E6} = -EL^2 + EL^2 = 0$$


C. F. Gauss

# LEY DE GAUSS

La ley de Gauss establece que el flujo eléctrico total a través de cualquier superficie cerrada es proporcional a la carga eléctrica total dentro la superficie

Consideramos una carga puntual q adentro de una superficie esférica imaginaria de radio R. La magnitud del campo eléctrico es:

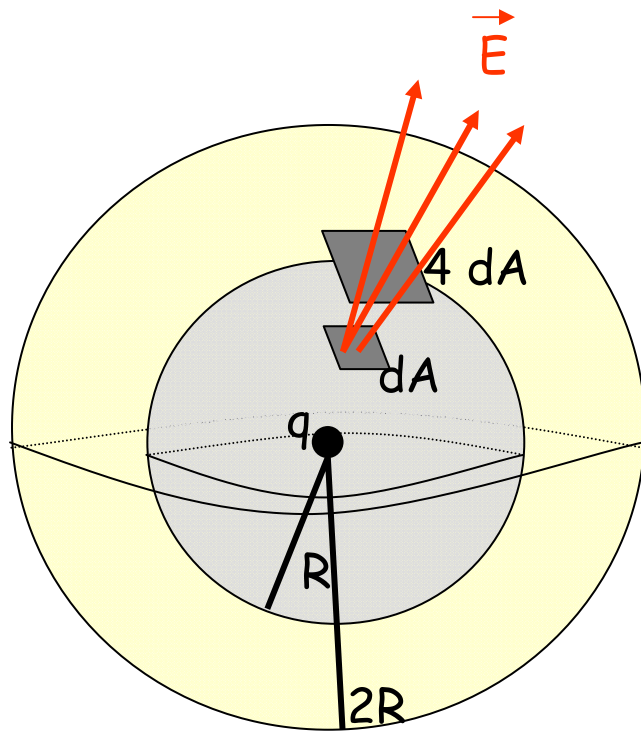



$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{R^2}$$

El flujo eléctrico es:

$$\Phi_E = EA = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{R^2}(4\pi R^2) = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

El flujo eléctrico no depende del radio R de la esfera, depende únicamente de la carga q encerrada por la esfera.



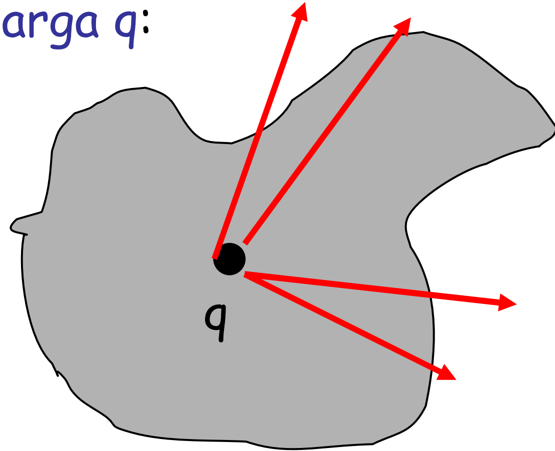

Cada línea de campo que atraviesa la esfera pequeña también atraviesa la esfera grande, entonces el flujo total a través de cada esfera tiene que ser lo mismo.

El área de un elemento de superficie de la esfera pequeña es dA. Para la esfera grande el elemento es 4 veces mayor (el radio es 2 veces mayor). Aunque el área de la esfera sea mayor, el flujo es lo mismo porque el campo eléctrico a una distancia 2R del centro es menor:

$$\Phi_R = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{R^2}(4\pi R^2) = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

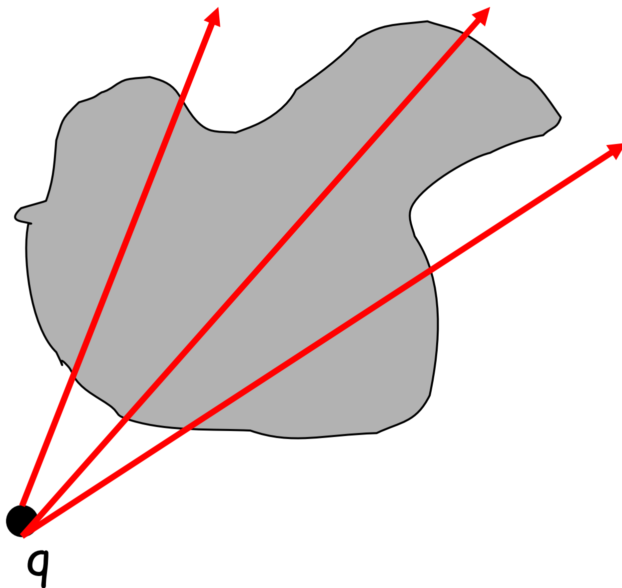
$$\Phi_{2R} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{(2R)^2}(4\pi(2R)^2) = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

Ese resultado es válido para una superficie de cualquier forma o tamaño, con la sola condición de que se trate de una superficie cerrada que encierra la carga q:



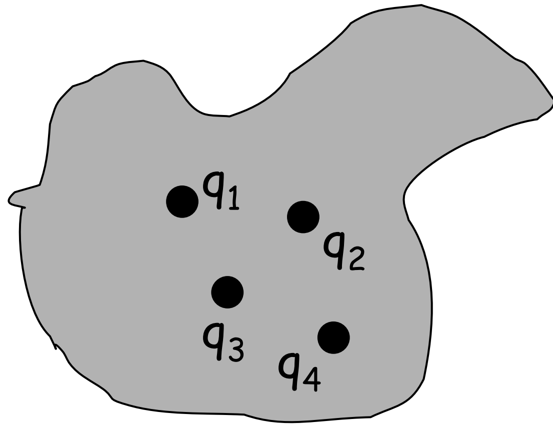

$$\Phi_E = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

Si la carga está afuera de la superficie el flujo es cero:




$$\Phi_E = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = 0$$

Si la superficie encierra varias cargas puntuales:



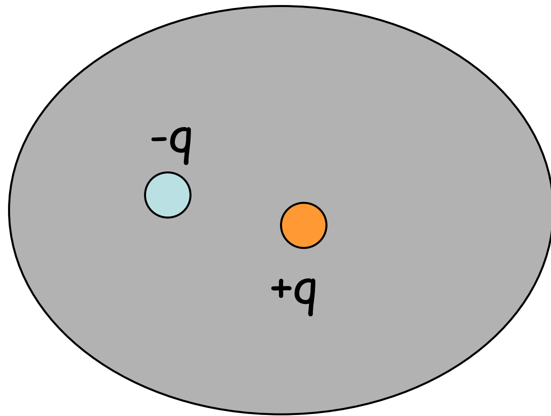

$$\Phi_E = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{\sum_{i=1}^{n} q_i}{\varepsilon_0} = \frac{Q_{enc}}{\varepsilon_0}$$

Enunciado general de la ley de Gauss

El flujo eléctrico total a través de una superficie cerrada es igual a la carga eléctrica total presente en el interior de la superficie, dividida entre $\varepsilon_0$.

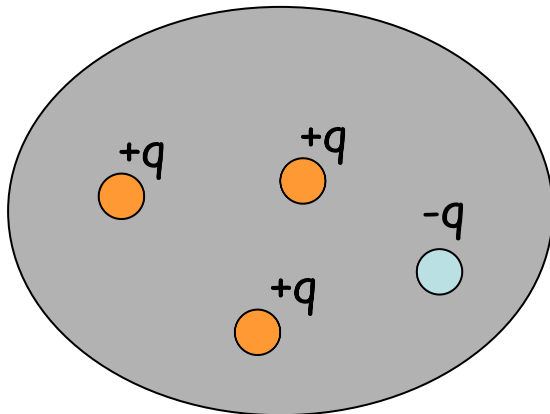
$Q_{enc}$ es siempre la suma algebraica de todas las cargas positivas y negativas encerradas por la superficie.

La superficie imaginaria se llaman también "superficie gaussiana"



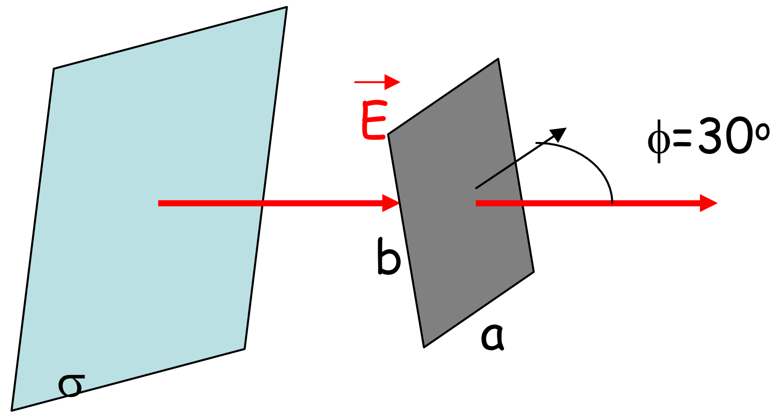

Halle el flujo eléctrico a través de la superficie en figura, que encierra dos cargas iguales y opuestas

$$\Phi_E = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{+q - q}{\varepsilon_0} = 0$$




Halle el flujo eléctrico a través de la superficie en figura, que encierra 4 cargas iguales, 3 positivas y una negativa:

$$\Phi_E = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{+q + q + q - q}{\varepsilon_0} = \frac{2q}{\varepsilon_0}$$




Una lámina uniformemente cargada con densidad superficial $\sigma$=3 nC/m$^2$ produce un campo eléctrico uniforme E horizontal. Calcule el flujo eléctrico a través de una superficie rectangular (a=0.02 m, b=0.05 m) cuyo vector normal forma un ángulo de 30º con el campo E.

# FORMULARIO

## ELECTROSTÁTICA

**Partículas elementales**

$q_e$ = -1.6 x $10^{-19}$ C
$m_e$ = 9.11x $10^{-31}$ kg.
$q_p$ = 1.6 x $10^{-19}$ C
$m_p$ = 1.67 x $10^{-27}$ kg.
$q_n$ = 0
$m_n$ = $m_p$
$q_d$ = $q_p$
$m_d$ = 2 $m_p$
$q_\alpha$ = 2 $q_p$
$m_\alpha$ = 4 $m_p$

**Ley de Coulomb**

$$F = \frac{kq_1q_2}{r^2}$$

$$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 8.9\,10^9\,Nm^2/C^2$$

$\varepsilon_o$ = 8.85x $10^{-12}$ $C^2/Nm^2$

**Campo eléctrico**

$$E = \frac{F}{q} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r^2}$$

**Densidades de carga**

$$\lambda = \frac{dq}{dL}$$

$$\sigma = \frac{dq}{dA}$$

$$\rho = \frac{dq}{dV}$$

**Dipolo eléctrico**

$$\vec{p} = qd$$

$$\tau = \vec{p}\times\vec{E}$$

$$U = -\vec{p}\cdot\vec{E}$$

**Flujo eléctrico**

$$\Phi_E = \int_A \vec{E}\cdot d\vec{A}$$

**Ley de Gauss**

$$\Phi_E = \int_A \vec{E}\cdot d\vec{A} = \frac{q}{\varepsilon_0}$$